

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-200078

(43)Date of publication of application : 04.08.1995

(51)Int.Cl.

G05D 23/19

G05B 11/36

(21)Application number : 05-338047

(71)Applicant : KOMATSU ELECTRON METALS CO LTD

(22)Date of filing : 28.12.1993

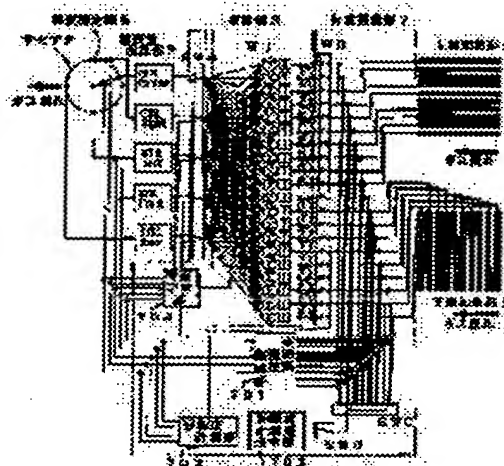
(72)Inventor : TANAKA HIROSHI  
NAKAMURA KENTARO  
HISANAGA NAOTO  
YAMADA TSUYOSHI  
MARUTANI SHINJI

## (54) TEMPERATURE CONTROLLER

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To prevent a temperature gradient, to uniformize temperature distribution and to improve the reliability of a material to be treated by measuring the affecting degrees of heating and cooling parts to respective temperature measuring parts and feedback controlling the respective heating and cooling parts so as to let measured values obtained from the temperature measuring parts be a target value.

**CONSTITUTION:** A coated surface drying device is constituted of a circular susceptor disposed in a drying room, a motor for rotation and a heating part. Gas is introduced inside a reactor, the temperature measuring parts 6 are provided in five areas on the susceptor and the heating means of the heating part is controlled corresponding to the measured values of the temperature measuring parts 6. A controlled variable is calculated in a controlled variable computing part 9 corresponding to the command of a load part 8 controlled by a load adjustment part 7 so as to consider effects by the command values of adjacent blocks in the temperature control process and uniform temperature control is performed. Also, the load adjustment part 7 is constituted of an atmospheric temperature adjustment part 701, an affecting degree measuring part 702, a command part 703 for measuring the affecting degree and a load learning part 704.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998.2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-200078

(43) 公開日 平成7年(1995)8月4日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 5 D 23/19	J	7740-3H		
	H	7740-3H		
G 0 5 B 11/36	5 0 1 Q	7531-3H		
	B	7531-3H		

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平5-338047

(22) 出願日 平成5年(1993)12月28日

(71) 出願人 000184713

コマツ電子金属株式会社  
神奈川県平塚市四之宮2612番地

(72) 発明者 田中 祥志

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製  
作所研究所内

(72) 発明者 中村 健太郎

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製  
作所研究所内

(72) 発明者 久永 直人

神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製  
作所研究所内

(74) 代理人 弁理士 木村 高久

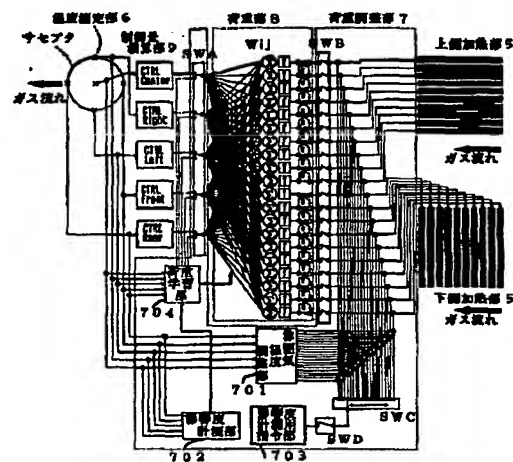
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 温度制御装置

(57) 【要約】

【目的】 制御過程においても常により均一で、高精度の温度制御を達成することのできる温度制御装置を提供する。

【構成】 本発明では、マスターFBにおける測定値PVを抑制し、各測定値PVを一致させたまま昇降温させるため、各測定値PVの平均値を平均目標値(Ave SV)とし、マスターFBにおける測定値PVは、Ave SVに一致するように制御することを考慮し、マスターFBにおける測定値PVが目標値PVに到達しようとするための制御に対する荷重部における値W1と、マスターFBにおける測定値PVがAve SVに到達しようとするための制御に対する荷重部における値W2とを設定し、均一温度制御を行うようにしている。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】 容器と、

前記容器内に設置された被処理物を、所望の温度に加熱冷却する複数の加熱冷却部を備えた加熱冷却手段と、  
前記容器内の複数の点における温度を測定する複数の温度測定部を備えた温度測定手段と、

前記温度測定手段の測定結果をフィードバックし、前記温度測定手段の各温度測定部から得られる測定値が目標値となるように前記各温度測定部に対応する前記各加熱部を制御する制御手段とを備え、

前記制御手段が、それぞれ1つの前記加熱冷却部および前記温度測定部に対応した複数のフィードバック（F B）ループを備え、前記F Bループの1つをマスターF Bとし他をスレーブF Bとするマスタースレーブ方式の制御手段であり、

マスターF Bにおける制御が、マスターF Bにおける測定値P Vが目標値S Vに荷重W1 で到達しようとする第1の制御部と、

各温度測定部の測定値P Vの平均値を平均目標値（A v e S V）とし、この平均目標値に荷重W2 で到達しようとする第2の制御部とを具備し、これらの荷重が調整可能であるとともに、

スレーブF Bは、前記マスターF Bの測定値P Vに追従するように制御されることを特徴とする温度制御装置。

## 【請求項2】 容器と、

前記容器内に設置された被処理物を、所望の温度に加熱冷却する複数の加熱冷却部を備えた加熱冷却手段と、  
前記容器内の複数の点における温度を測定する複数の温度測定部を備えた温度測定手段と、

前記温度測定手段の測定結果をフィードバックし、前記温度測定手段の各温度測定部から得られる測定値が目標値となるように各前記加熱冷却部を制御する制御手段とを備え、

前記制御手段が、それぞれ1つの前記加熱冷却部および前記温度測定部に対応した複数のフィードバック（F B）ループを備え、

各F Bループが同じ目標値S Vとなるように、各測定値P Vに応じて荷重W1 で到達しようとする第1の制御部と、

各F Bにおける測定値P Vの平均値に荷重W2 で到達しようとするための第2の制御部とを具備し、これらの荷重が調整可能であることを特徴とする温度制御装置。

## 【請求項3】 容器と、

前記容器内に設置された被処理物を、所望の温度に加熱冷却する複数の加熱冷却部を備えた加熱冷却手段と、  
前記容器内の複数の点における温度を測定する複数の温度測定部を備えた温度測定手段と、

前記温度測定手段の測定結果から、前記各温度測定部への前記各加熱冷却部の影響度を計測する影響度計測手段と、

前記影響度計測手段の出力に応じて荷重を決定し、各加熱冷却部についてこれらの荷重から制御量を算出し、前記温度測定手段の各温度測定部から得られる測定値が目標値となるように、前記各加熱冷却部をフィードバック制御する制御手段とを備えたことを特徴とする温度制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、温度制御装置に係り、特にその温度制御アルゴリズムに特徴を有する制御装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】ブルドーザなどの車体を塗装する際、塗装後の乾燥温度が塗装面の状態に大きく影響し、温度勾配があると、塗装むらを生じることになり、車体表面全体にわたって均一な温度に制御する必要がある。しかしながら、被処理物の形状は複雑であり、また乾燥雰囲気においては、ガスの流れや、熱の伝導、さらに近くに以下なる材質の部材が存在するか等によって複雑な干渉系を形成する。

【0003】そこで、従来、被処理物の温度を均一にするために、被処理物の近傍に、複数の温度測定部を設置し、これらの温度が等しくなるように制御を行う。この加熱部において、ガスの流れや、熱の伝導、被処理物の回転等による影響を考慮し、複数の加熱手段を配置したものがある。

【0004】ここでは図13および図14に示すように、角柱状の筐体（容器）1とこの筐体1の内部に配設され車体2を載置する円形のサセプタ3と、このサセプタ3を回転するモータ4と、筐体1の外側から加熱する複数のランプからなる加熱部5と、サセプタ上の複数の領域に設けられた複数の温度測定手段からなる温度測定部6とを具備し、制御量演算部10でこの温度測定部6の測定値に応じて加熱部5の各ランプをフィードバック制御する。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この方法では各フィードバック（F B）ループが支配する加熱部によるサセプタ上の温度測定部に与える熱量は図15に示すようにクリスピー領域となっており、各領域の間に不連続面が生じることから被処理物上に急峻な温度勾配がつきやすく、塗布むらが生じたり、塗布膜の膜質が悪化するおそれがある。

【0006】また、被処理物の雰囲気においては、ガスの流れや、熱の伝導、さらにサセプタの回転などにより、複雑な干渉系となっていることや、また被処理物の大きさが可変である場合あるいは、被処理物およびサセプタを含む反応室の大きさ、さらに加熱部、温度測定部の設置位置によって性能が変化するというような問題がある。

【0007】そこで本発明の第1では、均一で、高精度の温度制御を達成することのできる温度制御装置を提供することを目的とする。

【0008】さらに、複数個の温度測定部（例えばcenter, right, left, front, rear）を設置し、これらの温度が等しくなるように制御する制御方式として、マスタースレーブ制御方式がある。このマスタースレーブ制御は、サセプタ上の任意の1つ（例えばcenter）の温度測定部を含むフィードバックループ（以下FB）をマスターFBとし、他の温度測定部（right, left, front, rear）を含むフィードバックループに対するFBをスレーブFBとして動作せしめる。該マスタースレーブ制御のブロック図を図16に示す。図16において目標値（SV）、測定値（PV）とする。各FBは温度測定部100と、目標値設定部200と、測定値が目標値設定部200で設定された目標値に等しくなるように制御量を演算する制御量演算部300とを具備し、この制御量にしたがって加熱部等の制御対象400を制御するように構成されており、この制御システムに目標値を与えると、これがマスター（center）FBの目標値SVとなり制御が開始され、それに伴いマスターFBのPVが他の4つのスレーブFBの目標値（スレーブSV）となり、マスターSVに追従するようにスレーブFBは動作する。

【0009】しかし、被処理物の設置雰囲気においては、ガスの流れや、熱の伝導、さらにサセプタの回転等により、複雑な干渉系となっており、複数のPVを一致させたまま昇降温および整定させることはかなり困難である。例えば、図13および図14に示された装置において、被処理基板を上面から加熱した場合、ガスの流れの影響でrear>center>frontの順番で温度が上昇しやすくなっている。そこで、マスターFBをcenterに設定すると、定常状態から設定温度を上げた場合、centerの測定値PVの上昇率に対して、rearのPVの追従性は過剰になる反面、frontのPVは追従できなくなり、温度勾配が生じてしまうという問題がある。また定常状態から設定温度を下げた場合、centerの測定値PVの下降率に対して、逆にfrontの測定値PVの追従性は過剰になる反面、rearの測定値PVは追従できなくなり、やはり温度勾配が生じてしまうという問題がある。これらはマスターFBにおける測定値PVの抑制がとれないためであり、そのような状況を緩和するため、従来はP（比例動作）I（積分動作）D（微分動作）を含んだ制御方式を用いPID定数の調整により対応してきた。

【0010】しかしながら、各測定値PVの状態として、定常状態、設定温度を上げる場合における過渡状態、設定温度を下げる場合における過渡状態があるが、その中のある状態において上記PID定数を調整すると

他の状態では最適な制御を達成することができないという問題があった。

【0011】そこで本発明では、制御過程においても、常により均一で、高精度の温度制御を達成することのできる温度制御装置を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】そこで本発明では、容器と、前記容器内に設置された被処理物を、所望の温度に加熱冷却する複数の加熱冷却部を備えた加熱冷却手段と、前記容器内の複数の点における温度を測定する複数の温度測定部を備えた温度測定手段と、前記温度測定手段の測定結果をフィードバックし、前記温度測定手段の各温度測定部から得られる測定値が目標値となるように前記各温度測定部に対応する前記各加熱部を制御する制御手段とを備えた温度制御装置において、温度測定手段の測定結果から、前記各温度測定部への前記各加熱冷却部の影響度を計測する影響度計測手段と、前記影響度計測手段の出力に応じて荷重を決定し、各加熱冷却部についてこれらの荷重から制御量を算出し、前記温度測定手段の各温度測定部から得られる測定値が目標値となるように、前記各加熱冷却部をフィードバック制御する制御手段とを備えたことを特徴とする。

【0013】また本発明の第2では、制御手段が、それぞれ1つの前記加熱冷却部および前記温度測定部に対応した複数のフィードバック（FB）ループを備え、前記FBループの1つをマスターFBとし他をスレーブFBとするマスタースレーブ方式の制御を行うものであり、マスターFBにおける制御が、マスターFBにおける測定値PVが目標値SVに荷重W1で到達しようとする第1の制御部と、各温度測定部の測定値PVの平均値を平均目標値（Ave SV）とし、この平均目標値に荷重W2で到達しようとする第2の制御部とを具備し、これらの荷重が調整可能であるとともに、スレーブFBは、前記マスターFBの測定値PVに追従するように制御されることを特徴とする。

【0014】本発明の第3では制御手段が、それぞれ1つの前記加熱冷却部および前記温度測定部に対応した複数のフィードバック（FB）ループを備え、各FBループが同じ目標値SVとなるように、各測定値PVに応じて荷重W1で到達しようとする第1の制御部と、各FBにおける測定値PVの平均値に荷重W2で到達しようとするための第2の制御部とで構成され、これらの荷重が調整可能であることを特徴とする。

【0015】

【作用】上記の第1の構成によれば、被処理物の配置雰囲気中のガスの流れや熱の伝導、サセプタの回転等による影響により、温度測定手段の測定値PVが隣接加熱部から受ける影響を考慮し、各加熱冷却部の温度制御を行うようにしているため、温度勾配が生じるのを防ぐことができ、その温度分布を均一にすることができるため、

被処理物の信頼性を高めることが可能になる。

【0016】また、影響度は雰囲気温度や設定温度によっても変化するため、逐次更新していくようにするとさらに制御精度が向上する。

【0017】本発明の第2および第3によれば、被処理物の配置雰囲気中のガスの流れや熱の伝導、サセプタの回転等による影響により、複数の測定値PVが別々の比率で昇降温し、温度勾配が生じるのを防ぐことができ、被処理物の信頼性を高めることが可能になる。

【0018】なおこの装置は、前述した車の塗装装置のみならず、パン焼き機能付きオーブンの温度制御、冷蔵庫、冷凍庫、氷温庫の温度制御装置、冷凍食品解凍機能の温度制御等にも適用可能である。

【0019】

【実施例】以下、本発明の実施例について図面を参照しつつ詳細に説明する。

【0020】図1は、本発明実施例の塗装面乾燥装置における制御回路を示す図、図2は各加熱手段の支配率を示す図である。

【0021】この塗装面乾燥装置は、図14に示すように、角柱状の乾燥室1とこの乾燥室1の内部に配設され塗装直後の車体2を載置する円形のサセプタ3と、この\*

$$\begin{aligned} MV'_j &= y_j + g(y_{j-1} - y_j) + g(y_{j+1} - y_j) \\ &= y_j(1-2g) + g(y_{j-1} + y_{j+1}) \\ x_j &= \sum_i w_{ij} MV_i \\ y_j &= f(x_j) \end{aligned}$$

ここでMV'は加熱部への指令値、MVは制御量演算部および荷重学習部により求められる制御量、Wは各加熱部の支配率、jは加熱部の番号である。またgは被処理物に与える熱量を連続面にするために設置された微小な値であり、これにより加熱部における指令値が両隣の加熱部における指令値の影響を受けることになる。また、関数fはxjを0~1に変換するものであり、区分線形関数、ロジスティック関数などがあるが、ここでは、ロ※

$$PV_k = \sum_j MV'_j \text{effect}_{jk}$$

となる。ここでkは温度測定部の番号である。

【0026】次にこの装置の動作について説明する。

【0027】図3に全体をフローチャートで示すように、雰囲気温度調節部701で雰囲気温度の調節を行う。最初に雰囲気温度を例えば200±10℃に設定する(ステップ101)。この後影響度の計測を行い(ステップ102)、荷重を調節し(ステップ103)、制御が完了する(ステップ104)。

【0028】まず、雰囲気温度の調節について説明する。このステップは温度制御を行う範囲に応じて影響度が異なるために行うものである。まず、図4にフローチャートを示すように、雰囲気温度調節部701で雰囲気

\*サセプタ3を回転すべくモータ4と、反応炉1の外側から加熱する20ブロックの加熱手段5j (j=1~20)

(ここでは上下10本ずつ計20本のハロゲンランプ)からなる加熱部5とから構成され、反応炉内にガスを導入するとともに、サセプタ上の5つの領域に設けられた5つの温度測定手段からなる温度測定部6を具備し、この温度測定部6の測定値に応じて加熱部5の加熱手段5j (j=1~20)を制御するようにしたもので、この温度制御過程において隣接ブロックの指令値による影響を考慮すべく、荷重調節部7で制御された荷重部8の指令に従って制御量演算部9で制御量を算出するようにし、均一な温度制御を行うようにしたことを特徴とする。なお温度測定部100は放射温度計で構成され、サセプタ裏面から測定している。

【0022】また荷重調節部7は、雰囲気温度調節部701と、影響度計測部702と、影響度の計測を指示する影響度計測用指令部703と、荷重学習部704とから構成されている。

【0023】なお荷重部8への指令値は次式で与えられる。

【0024】

※ジスティック関数を用いるものとする。

【0025】

$$f(x) = \frac{1}{1 + \exp(-x)}$$

さらに、各加熱部の各温度測定部に対する影響度をeffect<sub>jk</sub>とし、各温度測定部における値をPV<sub>k</sub>とすると

温度の調節を行う。(ステップ201)。

【0029】すると第1のスイッチAが下側に動作するとともに第2のスイッチBが上側に動作し、制御量演算部9および荷重部8からの入力が増断される(ステップ202)。

【0030】そして第4のスイッチDが上側に動作し、影響度計測指令部703からの入力が増断される(ステップ203)。

【0031】そして設定された温度付近に温度測定部による測定値が到達しているか否かの判断を行い(ステップ204)、到達していると判断された場合は調節を終了し、到達していないと判断された場合は各加熱部への

指令値が変更され、到達するまで調節が続行される。なおここで各加熱部への指令値は同等の値とする。

【0032】このようにして雰囲気温度の調節が完了すると、影響度の計測を行う。

【0033】まず図5に示すように影響度計測用指令部703に、影響度計測用指令値を設定する(ステップ301)。

【0034】第3のスイッチCが最も左よりの位置に移動する(ステップ302)。

【0035】そして第4のスイッチDが下側に動作し(ステップ303)、影響度計測用指令部から一番目の加熱部に影響度計測用指令値が入力される。

【0036】この状態で各温度測定部における測定値の変化量を影響度計測部に記憶せしめる(ステップ304)。この記憶動作が終了すると第3のスイッチCが右に1つシフトし加熱部の番号が更新される(ステップ305)。このようにして順次各加熱部の各温度測定部への影響度を計測する。そして加熱部番号が20になったか否かを判断し(ステップ306)、20に到達してい\*

\*ないとステップ305に戻る。このようにして計測が終了すると、計測された変化量を0~1に規格化し、これらに影響度として記憶する(ステップ307)。この変化量は、各加熱部の温度変化が各温度測定部に与える影響に起因するものである。

【0037】次に、荷重Wの調節について図6を参照しつつ説明する。

【0038】まず第1のスイッチAが下側に動作すると(ステップ401)、荷重学習部704からの入力荷重部8に与えられる。そして第2のスイッチBが下側に動作し(ステップ402)、各加熱部における荷重部からの指令値が制御量演算部9に入力される。

【0039】そしてnを0に設定し(ステップ403)、測定値PVに対する望ましい値をPV\*とし、MVj(0)、PVk\*(0)として(ステップ404)以下に示すような最急降下法による繰り返し学習を行う(ステップ405)。

【0040】

$$\begin{aligned}
 E &= \frac{1}{2} \sum_i (PV_i - PV_i^*)^2 \\
 \Delta w_{ij} &= -\varepsilon \frac{\partial E}{\partial w_{ij}} \\
 \frac{\partial E}{\partial w_{ij}} &= \sum_i \frac{\partial E}{\partial PV_i} \frac{\partial PV_i}{\partial MV_i'} \frac{\partial MV_i'}{\partial x_i} \frac{\partial x_i}{\partial w_{ij}} \\
 &= \sum_i (PV_i - PV_i^*) \text{effect}_{ij} f'(x_i) MV_i \\
 &= \sum_i (PV_i - PV_i^*) \text{effect}_{ij} (1 - \sigma) y_i (1 - y_i) MV_i
 \end{aligned}$$

ここでεはWを更新するための定数であり、十分に小さな正の数であるとする。十分にEが小さくなったら(ステップ406)nをインクリメントして(ステップ407)学習を行う。

【0041】そしてnが5よりも大きい\*否かの判断を行い(ステップ408)、5を越えると第1のスイッチAが上側に動作し(ステップ409)、通常の温度制御が開始される。

【0042】図2はこの学習による各FBにおける加熱部5の支配率を示す。このようにして各FBが支配する加熱部によるサセプタ上の温度測定部6に与える熱量は連続的な領域をなすことになる。

【0043】このようにして連続的かつ均一な温度制御を行うことが可能となる。

【0044】この装置を用いて、車体2をサセプタ3に載置し、放射温度計でサセプタ裏面の温度を測定するとともに、この測定値にもとづいて、加熱手段(上下10本づつ計20本の赤外線ランプ)の光量を制御し車体温度を高精度に調整するようになっている。

【0045】ここで車体温度は200~300℃に設定される。

【0046】なお、前記実施例では乾燥装置について説明したが、オープンパン焼き機能における温度制御、冷凍食品解凍機能における温度制御、冷蔵庫、冷凍庫、氷温庫における温度制御など、種々の温度制御装置に適用可能である。

【0047】また前記実施例では赤外線ランプを用いた加熱について説明したが、これに限定されることなく、抵抗加熱、高周波加熱などにも適用可能である。

【0048】次に、本発明の第2の実施例について説明する。

【0049】図7は、本発明実施例のオープンのスポンジケーキ調理機能における制御回路を示す図である。

【0050】この装置は、図8に示すように、容器11とこの容器11の内部に配設され被調理物であるスポンジケーキ種の充填された焼き型12を載置する円形天板13と、この天板13を回転するモータ14と、被調理物を加熱する5つのヒータ15center, 15rear, 15front, 15right, 15leftからなる加熱部15とから構成され、天板13上の5つの領域に設けられた5つの温度測定手段からなる温度測定部16を具備し、この温度測定部16の測定値に応じて加熱部15のヒータ



15center, 15rear, 15front, 15right, 15leftの制御するようにしたもので、この温度制御過程において中央の温度測定部16centerをマスターFBとし、他をスレーブFBとして、マスターFBにおける測定値PVが独走するのを抑制し、各測定値PVを一致させた状態で昇降温させ、各測定値PVの平均値を平均目標値(Ave SV)とし、マスターFBにおける測定値PVは、Ave SVに一致するように制御することを考慮し、マスターFBにおける測定値PVがSVに到達するように制御する荷重W1と、マスターFBにおける測定値PVがAve SVに到達するように制御する荷重W2とを調整し、均一な温度制御を行うようにしたことを特徴とする。なお温度測定部100は放射温度計で構成され、天板裏面から測定している。

【0051】この制御回路では、従来例の制御回路に加え、マスターFBに、各測定値の平均値を算出する平均値演算部500と、目標値に一致するように制御する制御率を設定する第1の荷重部600と、各測定値の平均値に一致するように制御する制御率を設定する第2の荷重部700とを配設し、マスターFBは温度測定部100mと、目標値設定部200で設定された目標値SVに一致するように第1の荷重部600で設定された荷重W1と、平均値演算部の出力である各測定値の平均値に一致するように第2の荷重部700で設定された荷重W2とによって、制御量演算部300mで加熱手段5centerなどの制御対象400mの制御量を演算し、この制御量に従って加熱手段5centerを制御するように構成されている。

【0052】一方各スレーブFBは、各測定部100rear, 100front, 100right, 100leftの出力に応じて、目標値に一致するように制御量演算部300でそれぞれ演算された制御量に従って各加熱手段5rear, 5front, 5right, 5leftなどの制御対象400を制御するようになっている。

【0053】この制御システムに目標値を与えると、これがマスター(center)FBの目標値SVとなり制御が開始され、それに伴いマスターFBのPVが他の4つのスレーブFBの目標値(マスターSV)となり、マスターSVに追従するようにスレーブFBは動作する。

【0054】ここで各FBにおける制御量演算部300に入力される信号をEとすると、

$$u = K(e + (1/Ti) \int e dt + Td de/dt) \dots (4)$$

K=1/P: 比例感度

Ti = I: 積分時間

Td = D: 微分時間

と表される。すなわち、制御定数P, I, Dに応じた比

$$* E_{center} = W1 (SV - PV_{center}) + W2 (Ave. SV - PV_{center})$$

$$E_{right} = \text{マスター} - SV - PV_{right}$$

$$E_{left} = \text{マスター} - SV - PV_{left}$$

$$E_{front} = \text{マスター} - SV - PV_{front}$$

$$E_{rear} = \text{マスター} - SV - PV_{rear}$$

$$\text{マスター} - SV = PV_{center}$$

ただし、Ave. SVは各測定値PVの平均値であり、相加平均値、相乗平均値、調和平均値等をとることができるが、ここでは相加平均値をとるものとし、

Ave. SV = 1/5 (PV<sub>center</sub> + PV<sub>right</sub> + PV<sub>left</sub> + PV<sub>front</sub> + PV<sub>rear</sub>)である。また、図7の平均値演算部におけるnは5とする。このようにして制御量の演算がなされ、各加熱部に対して制御量が算出される。

【0055】ここで制御量演算部はPID制御方式により演算を行っている。すなわち制御対象の制御量を目標値にするための制御を行う場合に、PID制御方式が広く用いられている。これは比例動作、積分動作、微分動作を含んだ制御方式であり、制御定数としてP定数、I定数、D定数が使用される。

【0056】比例動作は制御入力(操作量)uが制御偏差に比例する制御動作であり

$$u = Ke \dots (1)$$

と現される。ここでKを比例感度(比例ゲイン)といい、実際の場合には制御定数Pとして1/Kに相当する比例体が用いられる。

【0057】また積分動作は制御入力uが制御偏差の積分値に比例する制御動作であり、

$$u = K \int e dt \dots (2)$$

と表される。すなわち制御偏差eに比例した速度で訂正動作が行われ偏差が残れば必ず積分されるので、残留偏差sを少なくすることができるという制御特性を有している。

【0058】また、積分動作は制御入力uが制御偏差の微分値に比例する動作であり、

$$u = K de/dt \dots (3)$$

と表される。すなわち、制御偏差速度deに比例した訂正動作が行われ、偏差の変動を減衰させる作用をなし、安定化が迅速に行われるという制御特性を有する。

【0059】これらの3つの動作を組み合わせたのがPID動作であり、

$$* \quad u = K(e + (1/Ti) \int e dt + Td de/dt) \dots (4)$$

例、積分、微分動作を行うものである。

【0060】以下にこの演算式を示す。

【0061】

$$\begin{aligned}
 MV\_Center &= K_{a\_Center} \left( E\_Center + \frac{1}{T_{i\_Center}} \int E\_Center dt + T_{a\_Center} \frac{dE\_Center}{dt} \right) \\
 MV\_Right &= K_{a\_Right} \left( E\_Right + \frac{1}{T_{i\_Right}} \int E\_Right dt + T_{a\_Right} \frac{dE\_Right}{dt} \right) \\
 MV\_Left &= K_{a\_Left} \left( E\_Left + \frac{1}{T_{i\_Left}} \int E\_Left dt + T_{a\_Left} \frac{dE\_Left}{dt} \right) \\
 MV\_Front &= K_{a\_Front} \left( E\_Front + \frac{1}{T_{i\_Front}} \int E\_Front dt + T_{a\_Front} \frac{dE\_Front}{dt} \right) \\
 MV\_Rear &= K_{a\_Rear} \left( E\_Rear + \frac{1}{T_{i\_Rear}} \int E\_Rear dt + T_{a\_Rear} \frac{dE\_Rear}{dt} \right)
 \end{aligned}$$

ただし、

$MV\_Center$  :  $CenterFB$ の加熱部に対する制御量  
 $MV\_Right$  :  $RightFB$ の加熱部に対する制御量  
 $MV\_Left$  :  $LeftFB$ の加熱部に対する制御量  
 $MV\_Front$  :  $FrontFB$ の加熱部に対する制御量  
 $MV\_Rear$  :  $RearFB$ の加熱部に対する制御量

このようにしてマスターFBは荷重W1, W2の値を調節することによりマスターFBにおける測定値PVを目標値SVに到達させるための制御と、マスターFBにおける測定値PVをAve. SVに一致させるような制御とを良好に行うことが可能になる。

【0062】すなわち、各FBにおける測定値PVを均一な状態で昇降させることが可能となる。

【0063】この装置を用いて、種の充填された焼き型12を天板13に載置し、放射温度計で天板裏面の温度を測定するとともに、この測定値にもとづいて、ヒータの発熱量を制御し焼き型内の種の温度を高精度に調整するようになっている。

【0064】ここで温度は180~200℃に設定される。パイやシュークリームの焼き上げの場合、加熱途中で加熱温度を変化するのが望ましい場合があるが、このような場合にもかかる制御方式によれば極めて追従性よく変化させることができる。また、前記実施例では温度測定部は天板裏面に設けられた放射温度計で構成したが、必ずしも焼き型内部温度と等しいわけではなく、実際のケーキ種との温度差が生じてしまうことがある。そこであらかじめ焼き上げに先立ち熱電対付き焼き型をあらかじめ設置し、この熱電対の検出値と、放射温度計により測定した天板の温度すなわち温度測定部の値とを比較することにより温度差補正値を求め、実際の工程ではこの補正値を用いて補正を行うようにしてもよい。

【0065】この場合の補正工程を含む制御回路を図9に示す。

【0066】この回路では、図7に示した前記実施例2の回路の各FBに温度差補正部800を付加したことを特徴とするもので、他の部分については実施例1の回路とまったく同様である。この温度差補正部800ではモニタ用の焼き型を用いて、焼き型温度と天板裏面の温度を測定する放射温度計の測定値との差をあらかじめ求め

ておき、この差を補正する。この温度差補正部800は測定値の出力と目標値との両方に設置されて、補正を行う。

【0067】図10は、本発明の第3の実施例の冷蔵庫の解凍機能における制御回路を示す図である。この装置は、図11に示すように、解凍室21の外側から加熱する5ブロックの加熱手段25center (A), 25rear (B), 25front (C), 25right (D), 25left (E) からなる加熱部25とから構成され、サセプタ上の5つの領域に設けられた5つの温度測定手段からなる温度測定部26を具備し、この温度測定部26の測定値に応じて加熱部25の加熱手段25center, 25rear, 25front, 25right, 25leftの5つを制御するようにしたもので、この温度制御過程において、ここでは特にマスターFBを設けることなく、複数のFBのそれぞれに同じSVを与え、各PVがSVに到達するように制御するとともに、各FBの測定値PVを一致させた状態で昇降温させるべく、各測定値PVの平均値をマスターSVとし、各PVがSVに到達するように制御する荷重W1と、各測定値PVがマスターSVに到達するように制御する荷重W2とを調整し、均一な温度制御を行うようにしたことを特徴とする。

【0068】この制御回路では、従来例の制御回路に加え、各測定値の平均値を算出する平均値演算部500と、目標値に一致するように制御する制御率を設定する第1の荷重部600と、各測定値の平均値に一致するように制御する制御率を設定する第2の荷重部700とを配設し、各FBは温度測定部100と、目標値設定部200で設定された目標値SVに一致するように第1の荷重部600で設定された荷重W1と、平均値演算部の出力である各測定値の平均値に一致するように第2の荷重部700で設定された荷重W2とによって、制御量演算部300で加熱手段25centerなどの制御対象400の



制御量を演算し、この制御量に従って各加熱手段25を制御するように構成されている。

【0069】この制御システムに目標値SVを与えると、これが各FBの目標値SVとなり制御が開始され、各FBがSVに一致するように荷重W1で制御されると共に、各FBの測定値PVの平均値をマスターSVとし、このマスターSVに一致するように荷重W2で制御され、各FBは動作する。

【0070】ここで各FBにおける制御量演算部300に入力される信号をEとすると、

$$E_{\text{center}} = W11 (SV - PV_{\text{center}}) + W21 (\text{マスター} SV - PV_{\text{center}})$$

$$E_{\text{right}} = W12 (SV - PV_{\text{right}}) + W22 (\text{マスター} SV - PV_{\text{right}})$$

$$E_{\text{left}} = W13 (SV - PV_{\text{left}}) + W23 (\text{マスター} SV - PV_{\text{left}})$$

$$E_{\text{front}} = W14 (SV - PV_{\text{front}}) + W24 (\text{マスター} SV - PV_{\text{front}})$$

$$E_{\text{rear}} = W15 (SV - PV_{\text{rear}}) + W25 (\text{マスター} SV - PV_{\text{rear}})$$

ただし、マスターSVとしては各測定値PVの平均値であり、相加平均値、相乗平均値、調和平均値等をとることができるが、ここでは相加平均値をとるものとし、 $\text{マスター}SV = 1/5 (PV_{\text{center}} + PV_{\text{right}} + PV_{\text{left}} + PV_{\text{front}} + PV_{\text{rear}})$ である。

【0071】また、図10の平均値演算部におけるnは5とする。このようにして制御量の演算がなされ、各加熱部に対して制御量が算出される。

【0072】次に、実施例3の変形例として、実施例3において補正工程を含む制御回路を図12に示す。

【0073】この回路では、図10に示した前記実施例3の回路の各FBに温度差補正部800を付加したことを特徴とするもので、他の部分については実施例2の回路とまったく同様である。この温度差補正部800では、被調理物の温度と放射温度計の測定値との差をあらかじめ求めておき、この差を補正する。この温度差補正部800は測定値の出力と目標値との両方に設置されて、補正を行う。

【0074】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明によれば、高精度でかつ均一な温度制御を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の制御回路を示す図

【図2】各FBにおける各加熱部の支配率を示す図

【図3】同実施例の制御回路の全体動作の概要を示すフローチャート図

【図4】雰囲気温度調節工程を示すフローチャート図

【図5】影響度計測工程を示すフローチャート図

【図6】荷重調節工程を示すフローチャート図

【図7】本発明の第2の実施例の制御回路を示す図

【図8】同実施例のオープンを示す図

【図9】同装置の制御回路の変形例を示す図

【図10】本発明の第3の実施例の制御回路を示す図

【図11】同実施例の解凍装置を示す図

【図12】本発明の第3の実施例の制御回路の変形例を示す図

【図13】従来例の制御回路を示す図

10 【図14】本発明の第1の実施例の温度測定部を示す図

【図15】従来例の各FBにおける各加熱部の支配率を示す図

【図16】従来例の制御回路を示す図

【符号の説明】

1 反応炉

2 ウェハ

3 サセブタ

4 モータ

5 加熱手段

20 6 温度測定部

7 荷重調節部

8 荷重部

9 制御量演算部

11 容器

12 被調理物

13 天板

14 モータ

15 加熱手段

16 温度測定部

30 21 容器

22 被調理物

23 サセブタ

24 モータ

25 加熱手段

26 温度測定部

100 温度測定手段

200 目標値設定部

300 制御量演算部

400 制御対象

40 500 平均値演算部

600 第1の制御部

700 第2の制御部

800 温度差補正部

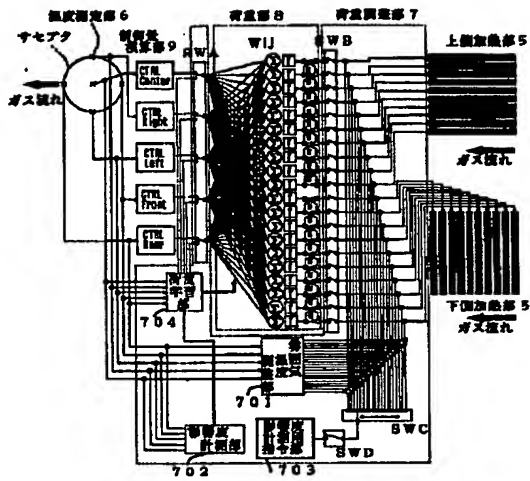
701 雰囲気温度調節部

702 影響度計測部

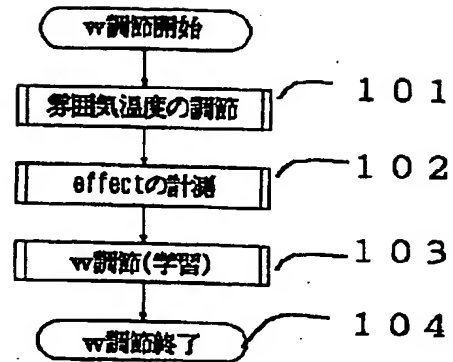
703 影響度計測用指令部

704 荷重学習部

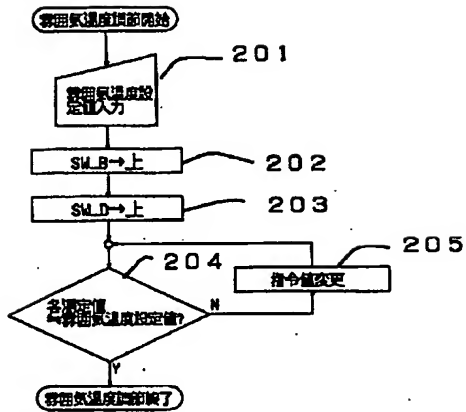
【図1】



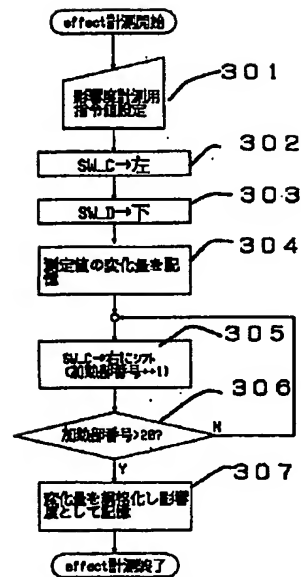
【図3】



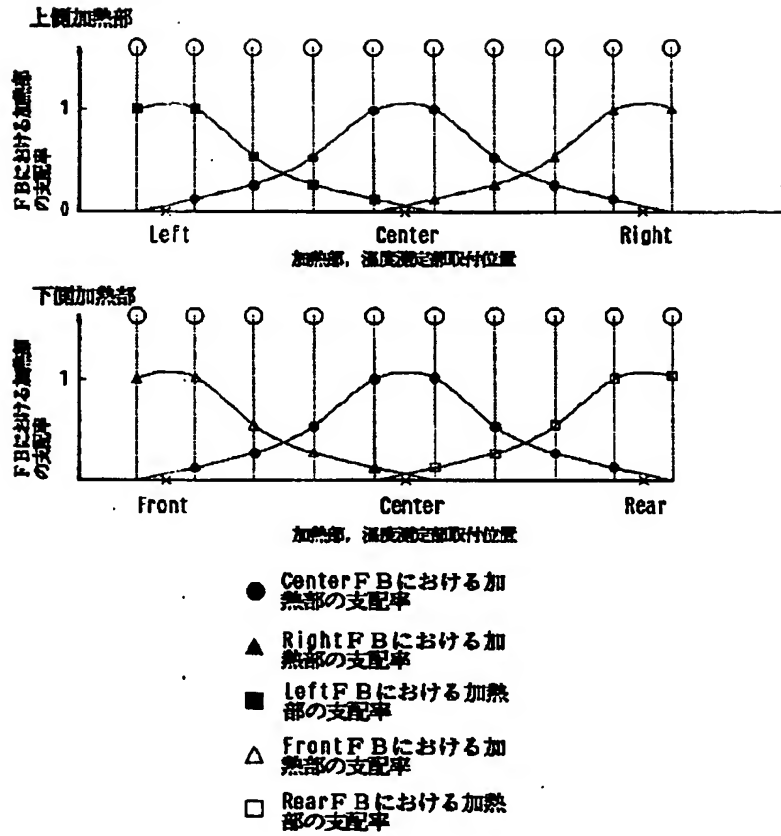
【図4】



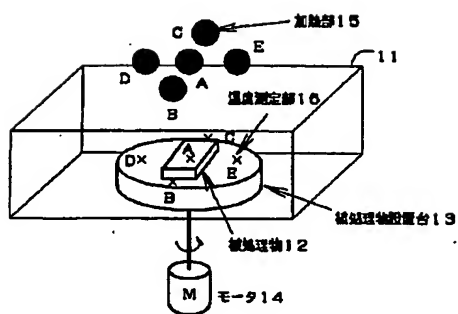
【図5】



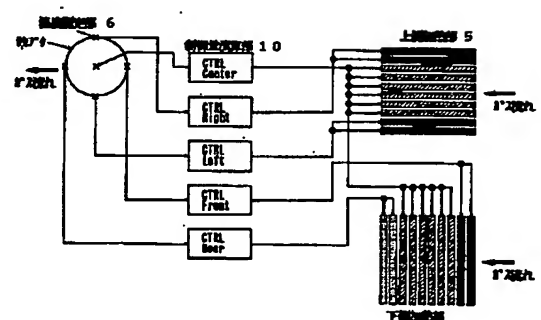
【図2】



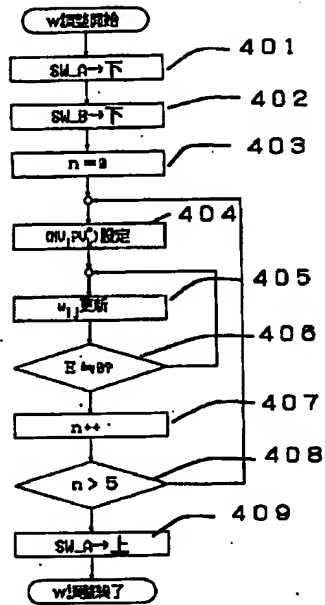
【図8】



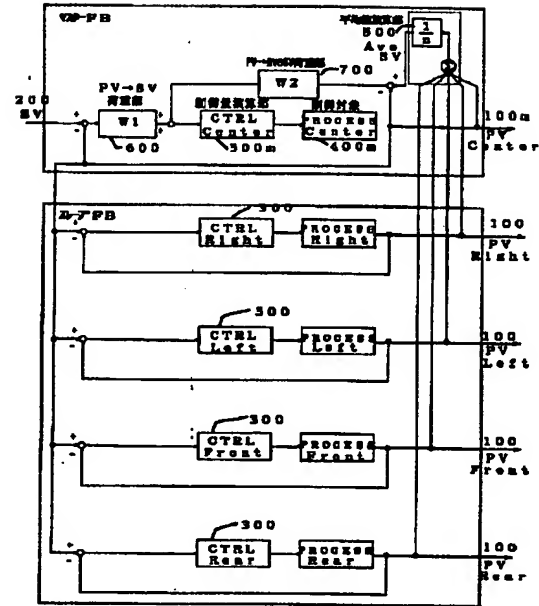
【図13】



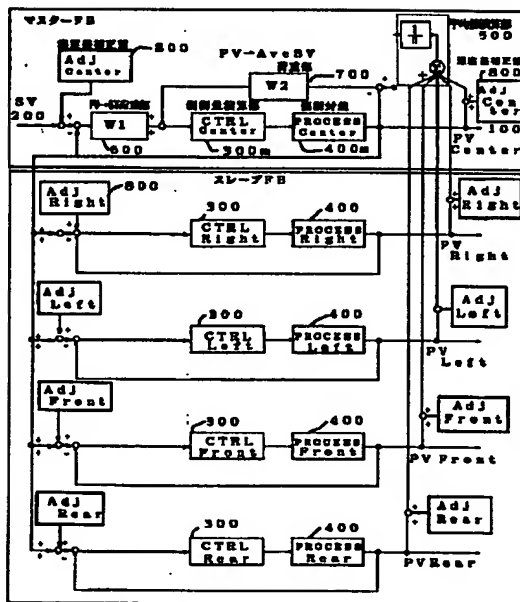
【図6】



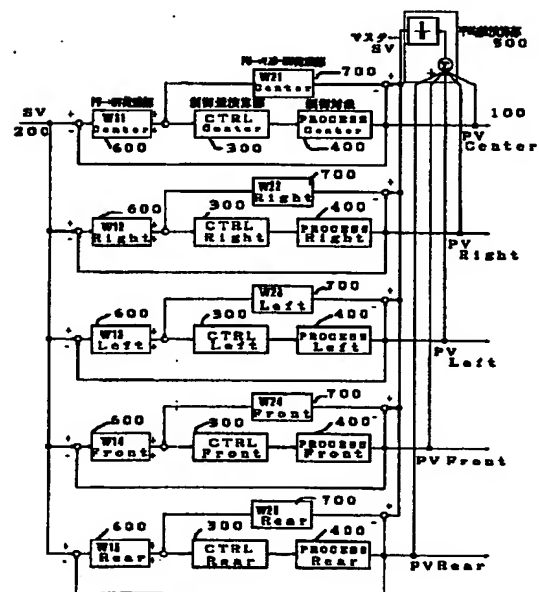
【図7】



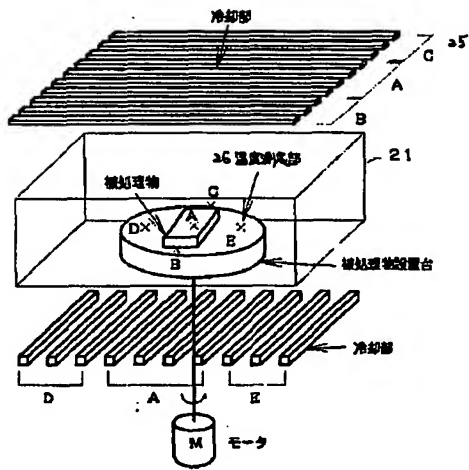
【図9】



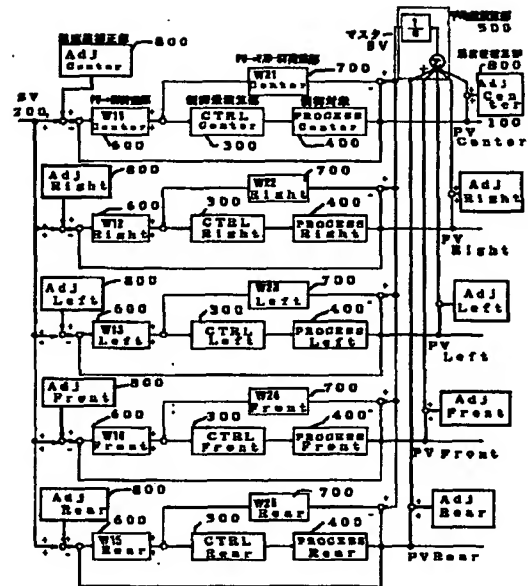
【図10】



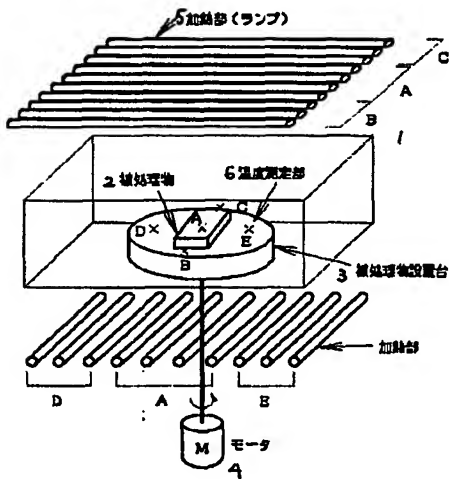
【図11】



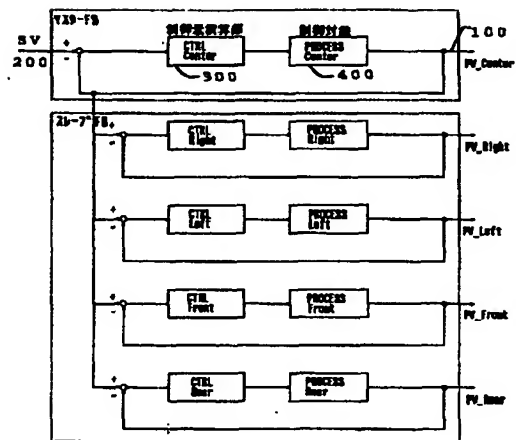
【図12】



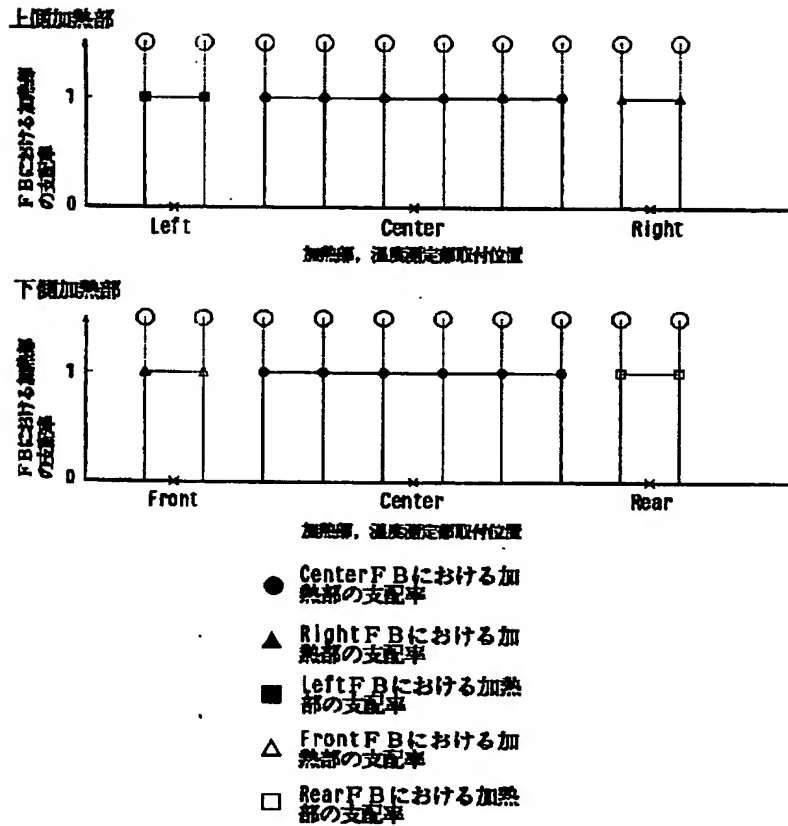
【図14】



【図16】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 山田 強  
神奈川県平塚市南豊田197-17-105

(72)発明者 丸谷 新治  
神奈川県平塚市山下726-5-401